

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVIII
 CHIȘINĂU, 29 martie – 1 aprilie 2024

Экспериментальный тур ORF 2024,

12 класс

Задача

(20,0 б.)

Трансформация вращательного движения в поступательное

Цель работы:

Определение коэффициента трения качения.

Приборы и аксессуары:

В вашем распоряжении следующее оборудование:

- A. Горка с трамплином.
- B. Два разных шарика, металлический (диаметр= 23,8 мм), резиновый (диаметр=21,9 мм).
- C. Миллиметровая бумага.
- D. Миллиметровая линейка.
- E. Копировальная бумага.

Шарик массы m и радиуса r скатывается без проскальзывания с горки в виде дуги окружности радиуса R , имеющей горизонтальный трамплин высоты h (смотри рисунок). Момент инерции шарика $I = 0,4mr^2$. Начальная скорость шарика равна нулю, начальный угол φ_0 . Нормальная составляющая реакции опоры смещена от центра шарика на величину k . Скорость шарика на горке зависит от угла φ в соответствии с

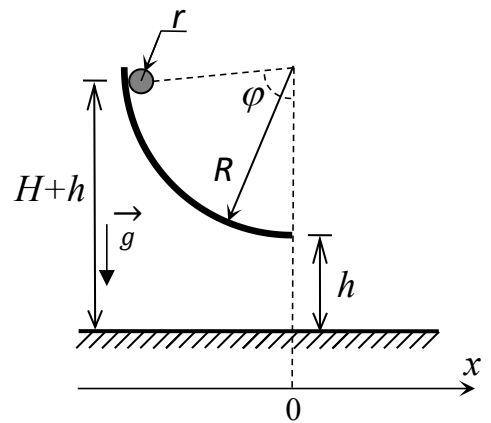
$$v^2(\varphi) = \frac{10}{7} R_c g (a_1 \cos \varphi + a_2 \sin \varphi + a_3 e^{a\varphi}).$$

Параметры a_1, a_2, a_3, a имеют следующий вид

$$a = \frac{10k}{7r}, a_1 = \frac{1-0,7a^2}{1+a^2}, a_2 = \frac{1,7a}{1+a^2}, a_3 = -(a_1 \cos \varphi_0 + a_2 \sin \varphi_0) e^{-a\varphi_0}. \text{ Координата } x_1 \text{ первого касания стола}$$

шаром равна $x_1 = v_x \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{hH}$. Координату x отсчитываем от конца трамплина (точка отрыва).

Первый удар при касании стола считаем абсолютно упругим, а угловая скорость шара после удара равна нулю. Расстояние между первым и вторым касанием шарика горизонтальной плоскости стола с



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVIII
CHIȘINĂU, 29 martie – 1 aprilie 2024

Экспериментальный тур ORF 2024,

12 класс

учетом вращения шарика равно $x_2 - x_1 = 2x_1 \left\{ 1 + \frac{2}{5} \left(1 + 5 \frac{k}{r} \sqrt{\frac{h}{H}} \right) \right\}$. Без учета вращения $x_2 - x_1 = 2x_1$. Вращение

увеличивает $x_2 - x_1 = \Delta x$. При ударе вращательное движение переходит в поступательное. Проверьте полученные результаты экспериментально.

Эксперимент и задачи:

1. Представьте схематично силы действующие на шар. (1,0 б.)
2. Измерьте H, h, x_1 и x_2 и составте таблицу измерений (3-5 измерений для каждого значения H , 5-7 значений H) для обоих шаров. (6,0 б.)
3. Постройте график зависимости x_1 от H , для обоих шаров. (3,0 б.)
4. Сравните $x_1 = 2\sqrt{hH}$ рассчитаное и измереное для обоих шаров. Сделайте выводы. (1,0 б.)
5. Измерьте $x_2 - x_1$ и постройте график зависимости $x_2 - x_1$ от H , для обоих шаров. (3,0 б.)
6. Из графика найдите $8h\frac{k}{r}$. (2,0 б.)
7. Найдите величину k . (2,0 б.)
8. Сравните $x_2 - x_1 = \frac{14}{5}\sqrt{hH} + 8h\frac{k}{r}$ рассчитанные и измеренные для обоих шаров. (1,0 б.)
9. Объясните наблюдаемые результаты и погрешности. (1,0 б.)